

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 9 日
Date of Application:

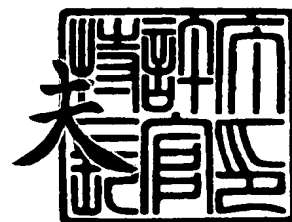
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 4 9 7 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 3 4 9 7 0]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102286401

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 9/20

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 檜垣 信男

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同期した複数の撮像手段で、撮像対象を撮像した複数の撮像画像から、前記撮像対象内に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置であって、

前記複数の撮像画像の視差に基づいて、前記撮像対象までの距離を距離情報として生成する距離情報生成手段と、

前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、前記移動物体の動きを動き情報として生成する動き情報生成手段と、

前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段と、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段と、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段と、

この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段と、

を備えていることを特徴とする移動物体検出装置。

【請求項 2】 前記対象距離設定手段は、距離毎に動きがあった画素の累積値を求め、その累積値に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の移動物体検出装置。

【請求項 3】 前記対象距離画像生成手段は、少なくとも前記対象距離を基準として奥行き方向の所定範囲内に存在する画素からなる対象距離画像を生成することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の移動物体検出装置。

【請求項 4】 前記対象領域設定手段は、前記対象距離画像内における垂直方向の画素量に基づいて、その画素量のピークから水平方向の所定範囲内に前記

対象領域を設定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 5】 前記対象領域設定手段は、少なくとも前記撮像手段のチルト角及び設置面からの高さに基づいて、前記対象領域の垂直方向の範囲を設定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 6】 前記撮像画像の各画素の色情報又は濃淡情報に基づいて、その撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段を備え、

前記対象距離画像生成手段が、前記距離情報に基づいて、前記対象距離に対応する前記エッジ画像の画素を抽出して、前記対象距離画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 7】 前記輪郭抽出手段で抽出された輪郭の内部領域を、前記移動物体の抽出済領域として、前記距離情報を更新する距離情報更新手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 8】 同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出する移動物体検出方法であって、

前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定ステップと、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定ステップで設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成ステップと、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定ステップと、

この対象領域設定ステップで設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出ステップと、

を含んでいることを特徴とする移動物体検出方法。

【請求項 9】 同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出するために、コンピュータを、

前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段、

この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段、

として機能させることを特徴とする移動物体検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラによって撮像された画像から、その画像上に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、CCD等のカメラによって撮像された画像から、その画像上に存在する物体を検出する技術としては、例えば、画像内で物体の初期の曖昧な輪郭を輪郭モデルとして設定し、その輪郭モデルを所定の規則に従って収縮変形することで物体の輪郭を抽出して物体を検出する技術（動的輪郭モデル：SNAKES）が存在する。なお、この輪郭抽出に基づいた物体検出技術においては、時間的に連続した画像により、動きのある物体（移動物体）のエッジを検出し、輪郭モデル

をそのエッジに連結させることで移動物体の輪郭を抽出して移動物体を検出している（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

また、移動カメラで撮像した画像から移動物体を検出する技術としては、時間的に連続する画像の輝度情報から移動カメラの動きを解析し、その動きを背景の動きであると仮定し、連続する画像の差分と背景の動きとに基づいて、移動物体の領域を検出し、輪郭として抽出する技術が存在する（例えば、非特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開平8-329254号公報（第7頁、第9-10図）

【非特許文献1】

松岡，荒木，山澤，竹村，横矢，「移動カメラ画像からの移動物体輪郭の抽出・追跡とDSPによる実時間処理」、社団法人 電子情報通信学会、信学技報、PRMU97-235、1998

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記従来技術において、第1の例である、輪郭モデルを連続する画像から検出されるエッジに連結することで移動物体の輪郭を抽出して物体を検出する技術では、撮像した画像上で、複数の物体が隣接して存在する場合、その複数の物体を一つの物体として認識してしまうという問題がある。

【0006】

また、前記従来技術において、第2の例である、移動カメラによって移動物体を検出する技術では、移動カメラで撮像された画像全体を輪郭抽出の対象領域として処理を行うため、計算量が多くなり、実時間で移動物体の輪郭を逐次抽出するためには高速の演算装置が必要になるという問題がある。さらに、前記第1の例と同様に、撮像した画像上で、複数の物体が隣接して存在する場合、その複数の物体を一つの物体として認識してしまうという問題がある。

【0007】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、移動カメラで撮像した画像であっても、移動物体の輪郭抽出を行う演算処理を軽減し、また、撮像した画像上に複数の物体が隣接した場合でも、個別に物体を検出することを可能にした移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムを提供することを目的とする。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記目的を達成するために創案されたものであり、まず、請求項 1 に記載の移動物体検出装置は、同期した複数の撮像手段で、撮像対象を撮像した複数の撮像画像から、前記撮像対象内に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置であって、前記複数の撮像画像の視差に基づいて、前記撮像対象までの距離を距離情報として生成する距離情報生成手段と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、前記移動物体の動きを動き情報として生成する動き情報生成手段と、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段と、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段と、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段と、この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段と、を備える構成とした。

【0 0 0 9】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、距離情報生成手段によって、複数の撮像画像の視差に基づいて、撮像対象までの距離を距離情報として生成する。例えば、複数の撮像画像から視差が検出された画素において、その視差の大きさ（視差量）を、撮像対象までの視差（距離）として各画素毎に埋め込んだ距離画像（距離情報）を生成する。

【0 0 1 0】

また、移動物体検出装置は、動き情報生成手段によって、複数の撮像手段の中

の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、移動物体の動きを動き情報として生成する。例えば、時系列に入力される 2 枚の撮像画像の差分をとって、値が“0”でない画素値をすべて“1”にした差分画像を移動物体の動き情報として生成する。

【0 0 1 1】

そして、移動物体検出装置は、対象距離設定手段によって、距離情報と動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その視差（距離）を対象距離として設定する。

【0 0 1 2】

また、移動物体検出装置は、対象距離画像生成手段によって、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成する。例えば、対象距離にある程度の幅（例えば、数十 c m 等）を持たせ、その距離に対応する画素を距離画像から抽出する。さらに、対象領域設定手段によって、対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する。例えば、対象距離に対応する画素で生成された対象距離画像で、画素が存在する領域を対象領域とする。これによって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込むことができる。そして、輪郭抽出手段によって、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0 0 1 3】

また、請求項 2 に記載の移動物体検出装置は、請求項 1 に記載の移動物体検出装置において、前記対象距離設定手段が、距離毎に動きがあった画素の累積値を求め、その累積値に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定することを特徴とする

【0 0 1 4】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、対象距離設定手段によって、距離情報に含まれる視差（距離）毎に、動き情報に含まれる動きのあった画素値を累計（ヒストグラム化）し、その累計値が最も多くなる視差（距離）に、最も動き量の多い移動物体が存在していると判定し、その視差（距離）を対象距離として

設定する。このように、画素を累計するという簡単な動作で対象と距離を設定することができ、処理を高速化することができる。

【0015】

さらに、請求項3に記載の移動物体検出装置は、請求項1又は請求項2に記載の移動物体検出装置において、前記対象距離画像生成手段が、少なくとも前記対象距離を基準として奥行き方向の所定範囲内に存在する画素からなる対象距離画像を生成することを特徴とする。

【0016】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、対象距離画像生成手段によって、例えば、対象距離を基準とした奥行き方向（前後方向）で、予め定めた範囲（所定範囲）内に存在する画素のみを抽出することで対象距離画像を生成する。これによって、同一方向に複数移動物体が存在していても、その中から対象距離に存在する移動物体を特定した対象距離画像を生成することができる。

【0017】

また、請求項4に記載の移動物体検出装置は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の移動物体検出装置において、前記対象領域設定手段が、前記対象距離画像内における垂直方向の画素量に基づいて、その画素量のピークから水平方向の所定範囲内に対象領域を設定することを特徴とする。

【0018】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、移動物体が存在する対象領域を設定する際に、対象領域設定手段によって、対象距離画像内における移動物体の垂直方向の画素量に基づいて、移動物体の水平方向の位置を特定する。例えば、移動物体の垂直方向の画素量が最も多い箇所（ピーク）を、水平方向における移動物体の中心として、その中心から所定範囲を移動物体の存在領域として設定する。これによって、同一距離に複数の移動物体が存在している場合でも、その中の一つを検出することができる。

【0019】

さらに、請求項5に記載の移動物体検出装置は、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の移動物体検出装置において、前記対象領域設定手段が、少なく

とも前記撮像手段のチルト角及び設置面からの高さに基づいて、前記対象領域の垂直方向の範囲を設定することを特徴とする。

【0 0 2 0】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、移動物体が存在する対象領域を設定する際に、対象領域設定手段によって、撮像手段であるカメラのチルト角や、そのカメラの基準となる設置面からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、移動物体の垂直方向の存在領域の範囲を設定する。例えば、移動物体の高さを特定の大きさ（人間であれば2 m等）に定めることで、その大きさとカメラパラメータとに基づいて、移動物体が対象距離画像内のどの範囲に位置するかを特定することができる。

【0 0 2 1】

また、請求項6に記載の移動物体検出装置は、請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の移動物体検出装置において、前記撮像画像の各画素の色情報又は濃淡情報に基づいて、その撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段を備え、前記対象距離画像生成手段が、前記距離情報に基づいて、前記対象距離に対応する前記エッジ画像の画素を抽出して、前記対象距離画像を生成することを特徴とする。

【0 0 2 2】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、エッジ画像生成手段によって、撮像画像の色情報又は濃淡情報から、撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成する。例えば、撮像画像の明るさ（輝度）に基づいて、その明るさが大きく変化する部分をエッジとして検出することで、エッジのみからなるエッジ画像を生成する。なお、撮像画像がカラー画像で、移動物体を人物として特定する場合は、例えば、人物の顔の色（肌色）等を色情報として検出することで、エッジを検出することも可能である。

【0 0 2 3】

そして、移動物体検出装置は、対象距離画像生成手段によって、エッジ画像から対象距離の範囲内に存在する対象距離画像を生成する。これによって、輪郭抽出手段が対象距離画像から輪郭を抽出する際に、エッジを検出する動作を省くこ

とができる。

【 0 0 2 4 】

さらに、請求項 7 に記載の移動物体検出装置は、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置において、前記輪郭抽出手段で抽出された輪郭の内部領域を、前記移動物体の抽出済領域として、前記距離情報を更新する距離情報更新手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、距離情報更新手段によって、輪郭抽出手段で抽出された輪郭の内部領域を、すでに移動物体の輪郭を抽出した抽出済領域とすることで、距離情報を更新する。これにより、すでに抽出された移動物体の情報が距離情報から削除されることになるので、別の移動物体を順次検出することが可能になる。

【 0 0 2 6 】

さらに、請求項 8 に記載の移動物体検出方法は、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出する移動物体検出方法であって、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定ステップと、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定ステップで設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成ステップと、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定ステップと、この対象領域設定ステップで設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出ステップと、を含んでいることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この方法によれば、移動物体検出方法は、対象距離設定ステップにおいて、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段で時系列に入力

される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その視差（距離）を対象距離として設定する。

【0028】

そして、対象距離画像生成ステップにおいて、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成する。例えば、対象距離にある程度の幅（例えば、数十 cm 等）を持たせ、その距離に対応する画素を距離画像から抽出する。さらに、対象領域設定ステップにおいて、対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する。これによって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込むことができる。そして、輪郭抽出ステップにおいて、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0029】

また、請求項 9 に記載の移動物体検出プログラムは、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出するために、コンピュータを、以下の手段によって機能させる構成とした。

【0030】

すなわち、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段、この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段、とした。

【0031】

かかる構成によれば、移動物体検出プログラムは、対象距離設定手段によって、距離情報と動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その

視差（距離）を対象距離として設定する。

【0032】

そして、対象距離画像生成手段によって、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成し、対象領域設定手段によって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込んだ対象領域を設定する。

そして、輪郭抽出手段によって、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

[第一の実施の形態]

（移動物体検出装置の構成）

図1は、本発明における第一の実施の形態である移動物体検出装置1の構成を示したブロック図である。図1に示すように移動物体検出装置1は、2台のカメラ（撮像手段）2で撮像されたカメラ画像（撮像画像）から、動きを伴う物体（移動物体）を検出するものである。ここでは、移動物体検出装置1を、入力されたカメラ画像を解析する入力画像解析手段10と、解析されたカメラ画像から物体を検出する物体検出手段20とで構成した。なお、2台のカメラ2は、左右に距離Bだけ離れて配置されており、それぞれを右カメラ2a及び左カメラ2bとする。

【0034】

入力画像解析手段10は、撮像対象を撮像した2台のカメラ2（撮像手段：2a、2b）から同期して入力されるカメラ画像（撮像画像）を解析して、距離情報を含んだ距離画像と動き情報を含んだ差分画像とを生成するものである。ここでは、入力画像解析手段10を、距離情報生成部11と、動き情報生成部12とで構成した。

【0035】

距離情報生成部（距離情報生成手段）11は、同時刻に右カメラ2aと左カメ

ラ 2 b とで撮影された 2 枚のカメラ画像の視差を、カメラ 2 からカメラ 2 で撮像した撮像対象までの距離情報（より正確には、カメラ 2 の焦点位置からの距離）として埋め込み、距離画像として生成するものである。

【0036】

この距離情報生成部 11 では、右カメラ 2 a を基準カメラ（基準撮像手段）として、この基準カメラ（右カメラ 2 a）で撮像されたカメラ画像（基準撮像画像）と、左カメラ 2 b で撮像されたカメラ画像（同時刻撮像画像）とで、特定の大きさのブロック（例えば 16×16 画素）でブロックマッチングを行うことで、基準撮像画像からの視差を計測する。そして、その視差の大きさ（視差量）を基準撮像画像の各画素に対応付けた距離画像を生成する。

【0037】

なお、視差を Z としたとき、この視差 Z に対応するカメラ 2 から物体までの距離 D （図示せず）は、カメラ 2 の焦点距離を f （図示せず）、右カメラ 2 a と左カメラ 2 b との距離を B とすると、（1）式で求めることができる。

【0038】

$$D = B \times f / Z \quad \cdots (1)$$

【0039】

動き情報生成部（動き情報生成手段）12 は、基準カメラ（右カメラ 2 a）で時系列に撮像された 2 枚のカメラ画像の差分に基づいて、カメラ画像内の移動物体の動きを動き情報として埋め込んだ、差分画像を生成するものである。

【0040】

この動き情報生成部 12 では、右カメラ 2 a を基準カメラ（基準撮像手段）として、この基準カメラ（右カメラ 2 a）で時系列（時刻 t 及び時刻 $t + 1$ ）に撮像された 2 枚のカメラ画像の差分をとる。そして、差のあった画素には動きのあった画素として画素値“1”を与え、差のなかった画素には動きのなかった画素として画素値“0”を与えた差分画像を生成する。なお、動き情報生成部 12 では、さらに差分画像に対して、メディアンフィルタ等のフィルタリング処理を行うことで、ノイズを除去しておく。

【0041】

なお、カメラ 2 を移動カメラとし、撮像されたカメラ画像内の背景が変化する場合、カメラ 2 からカメラ画像毎のパン、チルト等のカメラ移動量を入力し、例えば、時刻 $t + 1$ のカメラ画像をそのカメラ移動量分補正することで、時刻 t 及び時刻 $t + 1$ において、動きのあった画素のみを検出する。

【0042】

ここで、図 4 を参照（適宜図 1 参照）して、距離情報生成部 11 で生成される距離画像、及び動き情報生成部 12 で生成される差分画像の内容について説明する。図 4 は、距離画像 DE 及び差分画像 DI の画像内容と、各画像の画素値（距離画像画素値 DEB 及び差分画像画素値 DIB）の一例を示したものである。ここでは、カメラ 2 から約 1 m、2 m 及び 3 m 離れた位置に人物が存在しているものとする。

【0043】

図 4 に示したように、距離画像 DE は、時刻 t の右カメラ画像と左カメラ画像との視差を画素値で表現することで生成される。この視差は、その値が大きいほど人物の位置がカメラ 2 に近いことを表し、値が小さいほど人物の位置がカメラ 2 から遠いことを表している。例えば、距離画像画素値 DEB に示したように、距離画像 DE の画素位置 $(0, 0)$ は視差が 0 であり、カメラ 2 からの距離が無限大 (∞) であることを意味している。また、距離画像 DE の画素位置 $(30, 50)$ は視差が 20 であり、カメラ 2 からの距離が視差 20 に対応する距離、例えば 2.2 m であることを意味している。このように、距離画像 DE は、視差を画素値として表現するため、例えば、カメラ 2 に近いほど明るく、遠いほど暗い画像となる。

【0044】

また、差分画像 DI は、時刻 t の右カメラ画像と時刻 $t + 1$ の右カメラ画像との差分をとり、差のあった画素を画素値 “1”、差のなかった画素を画素値 “0” として表現することで生成される。この差のあった画素が、実際に人物が動いた領域を表している。例えば、差分画像画素値 DIB に示したように、差分画像 DI の画素位置 $(0, 0)$ は “0” 「停止」で、動きがなかったことを意味している。また、差分画像 DI の画素位置 $(30, 50)$ は “1” 「動き」で、動き

があったことを意味している。

図 1 に戻って、説明を続ける。

【0045】

物体検出手段 20 は、入力画像解析手段 10 で解析された画像（距離画像及び差分画像）に基づいて、動きのある移動物体の領域を検出し、移動物体の輪郭を抽出するものである。ここでは、物体検出手段 20 を、対象距離設定部 21 と、対象距離画像生成部 22 と、対象領域設定部 23 と、輪郭抽出部 24 と、距離情報更新部 25 とで構成した。

【0046】

対象距離設定部（対象距離設定手段）21 は、入力画像解析手段 10 の距離情報生成部 11 で生成された距離画像と、動き情報生成部 12 で生成された差分画像とに基づいて、最も動き量の多い移動物体を特定し、対象となる移動物体が存在する視差（対象距離）を設定するものである。この対象距離は、対象距離画像生成部 22 へ通知される。

【0047】

この対象距離設定部 21 では、距離画像で表された視差（距離）毎に、その視差に対応する画素と同じ位置にある差分画像の画素値を累計し、その累計が最も多くなる視差（最多視差）に、最も動き量の多い移動物体が存在していると判定する。なお、対象距離設定部 21 は、距離情報生成部 11 で生成された距離画像と、動き情報生成部 12 で生成された差分画像とを、図示していないメモリ等の記憶手段に記憶することとする。

【0048】

対象距離画像生成部（対象距離画像生成手段）22 は、距離情報生成部 11 で生成された視差量を埋め込んだ距離画像から、対象距離設定部 21 で設定された対象距離に対応する画素を抽出した対象距離画像を生成するものである。

【0049】

なお、ここでは人物を検出することと仮定して、対象距離（最多視差） $\pm \alpha$ （数十 cm）分の視差の幅（奥行き）を、最も動き量の多い移動物体が存在する視差の範囲とする。この α の値は、対象距離を基準とした奥行き方向の範囲（所定

範囲)であって、検出する対象となる物体の奥行き方向の大きさによって予め定めた値である。

【0050】

例えば、最多視差におけるカメラ2から移動物体までの距離Dを前記(1)式で算出したとすると、その視差の範囲 Z_r は(1)式を変形することで、(2)式を得る。ただし、カメラ2の焦点距離をf、右カメラ2aと左カメラ2bとの距離をBとする。

【0051】

$$B \times f / (D + \alpha) < Z_r < B \times f / (D - \alpha) \quad \cdots (2)$$

【0052】

この対象距離画像生成部22では、前記(2)式の範囲の視差に対応する画素を抽出した対象距離画像を生成するものとする。

なお、この対象距離画像の生成は、基準カメラ(右カメラ2a)で撮像されたカメラ画像(原画像)から、対象距離(視差の範囲)に対応する画素位置のみの画素を抽出することとしてもよい。

【0053】

ここで、図5を参照(適宜図1参照)して、対象距離設定部21及び対象距離画像生成部22で、検出対象となる移動物体が存在する距離に対応する画像(対象距離画像)を生成する手順について説明する。図5(a)は、距離画像DE及び差分画像DI(図4)に基づいて、視差(距離)と動きのある画素を累計した動き量(画素数)との関係を示したグラフである。図5(b)は、距離画像DE(図4)から対象距離の画像のみを抽出した対象距離画像TDEを示している。

【0054】

図5(a)に示したように、距離画像DE(図4)の視差(距離)と動き量(画素数)との関係をグラフ化すると、視差(距離)が1m、2.2m、3mの位置で動き量がピークとなる。そこで、対象距離設定部21は、動き量が最大となる視差(2.2m)に移動物体が存在するものとして、2.2mを対象距離に設定する。なお、移動物体を人物と仮定すると、カメラ2から $2.2 \pm \alpha$ m ($\alpha = 0.5$ m)の範囲に人物が存在すると判定することができる。

【0055】

そこで、対象距離画像生成部22は、図5（b）に示したように、距離情報生成部11で生成された距離画像から、対象距離設定部21で設定された対象距離 $\pm \alpha$ m（ 2.2 ± 0.5 m）に存在する画素を抽出した対象距離画像TDEを生成する。これによって、カメラ2から1 m、3 m離れた位置に存在している人物の画像を削除し、 2.2 ± 0.5 m離れた位置に存在している人物のみを抽出した対象距離画像TDEを生成することができる。

図1に戻って、説明を続ける。

【0056】

対象領域設定部（対象領域設定手段）23は、対象距離画像生成部22で生成された対象距離画像の垂直方向の画素数を累計し、その垂直方向の画素数の累計が最も多くなる位置（ピーク）を移動物体の中心の水平位置であると特定して、その移動物体を含んだ領域（対象領域）を設定するものである。

【0057】

より詳しくは、この対象領域設定部23では、対象距離画像生成部22で生成された対象距離画像の垂直方向の画素数をカウントすることでヒストグラム化し、そのヒストグラムが最大（ピーク）となる位置を移動物体の中心の水平位置であると特定する。ここでは人物を検出することと仮定して、ヒストグラムが最大となる水平位置を中心に、左右に特定の大きさ（例えば $0.5 \sim 0.6$ （m））の範囲を対象領域の水平方向の存在領域（範囲）として設定する。また、縦方向は特定の大きさ（例えば2（m））を対象領域の高さとする。このとき、対象領域設定部23は、カメラ2から入力されるチルト角、床（設置面）からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、対象領域の垂直方向の存在領域（範囲）を設定する。

【0058】

なお、このようにヒストグラムが最大となる位置を移動物体の中心と判定することで、同一距離に複数の移動物体（人物等）が存在していても、その中の一つ（一人）を検出することができる。

【0059】

ここで、図 6 を参照（適宜図 1 参照）して、対象領域設定部 23 が、対象距離画像 TDE の中から一つ（一人）の移動物体の領域（対象領域）を設定する手順について説明する。図 6（a）は、対象距離画像生成部 22 で生成された対象距離画像 TDE における垂直方向の画素数の累計をヒストグラム HI で表したものである。図 6（b）は、対象距離画像 TDE の中で移動物体を人物として対象領域 T を設定した状態を示したものである。なお、図 6（a）（b）では、ヒストグラム HI を対象距離画像 TDE に重畳させているが、これは、説明の都合上重畳させているだけである。

【0060】

対象領域設定部 23 は、図 6（a）に示したように、対象距離画像 TDE の垂直方向の画素数を累計したヒストグラム HI を生成する。このように対象距離画像 TDE をヒストグラム化することで、そのヒストグラム HI が最大となる位置に移動物体の中心の水平位置が存在すると判定することが可能になる。例えば、ヒストグラム HI を使用せずに対象距離画像 TDE の中で最も高位置に存在する 0 でない画素位置を、移動物体の中心の水平位置と判定すると、人物が手を上げた場合、その手の先を人物（移動物体）の中心であると判定してしまうことになる。そこで、ここでは、ヒストグラム HI を使用することとする。

【0061】

そして、対象領域設定部 23 は、図 6（b）に示したように、ヒストグラム HI が最大となる水平位置を中心に、左右に特定の大きさ（例えば 0.5 m）の範囲を対象領域 T の水平方向の範囲とする。また、縦方向は特定の大きさ（例えば 2 m）を対象領域 T の垂直方向の範囲とする。

【0062】

この対象領域 T の大きさについては、図 7 を参照（適宜図 1 参照）してさらに説明を行う。図 7 は、カメラ 2 が移動ロボット（図示せず）に組み込まれ、移動物体 M と同じ床からある高さ（カメラ高）H に位置しているときに、移動物体 M が対象距離画像（a'、b'）上のどの高さに位置するかを説明するための説明図である。なお、図 7（a）は、カメラ 2 のチルト角が 0° の場合、図 7（b）はカメラ 2 のチルト角が $\theta_T (\neq 0)$ の場合におけるカメラ 2 と移動物体 M

との対応関係を示している。

【0063】

まず、図7(a)を参照して、チルト角が0(°)の場合において、移動物体Mが対象距離画像(a')上で縦方向のどの位置に存在するかを特定する方法について説明する。

ここで、カメラ2の垂直画角を θ_v 、カメラ2から移動物体Mまでの距離をD、対象距離画像(a')の縦方向の解像度をY、カメラ2の床からの高さ(カメラ高)をH、移動物体Mの床からの仮想の高さを2(m)とする。このとき、カメラ2の光軸と、カメラ2から移動物体Mの仮想の上端(床から2m)までを結んだ直線との角度 θ_H は(3)式で表すことができる。

【0064】

$$\theta_H = \tan^{-1}((2-H)/D) \quad \dots (3)$$

【0065】

これにより、移動物体Mの対象距離画像(a')上での上端 y_T は(4)式で求めることができる。

【0066】

$$\begin{aligned} y_T &= Y/2 - \theta_H Y / \theta_v \\ &= Y/2 - (Y/\theta_v) \tan^{-1}((2-H)/D) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【0067】

また、カメラ2の光軸と、カメラ2から移動物体Mの下端(床)までを結んだ直線との角度 θ_L は(5)式で表すことができる。

【0068】

$$\theta_L = \tan^{-1}(H/D) \quad \dots (5)$$

【0069】

これにより、移動物体Mの対象距離画像(a')上での下端 y_B は(6)式で求めることができる。

【0070】

$$\begin{aligned} y_B &= Y/2 + \theta_L Y / \theta_v \\ &= Y/2 + (Y/\theta_v) \tan^{-1}(H/D) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0 0 7 1】

次に、図 7 (b) を参照して、チルト角が $\theta_T (\neq 0)$ の場合において、移動物体 M が対象距離画像 (b') 上で縦方向のどの位置に存在するかを特定する方法について説明する。

ここで、カメラ 2 の垂直画角を θ_V 、チルト角を θ_T 、移動物体 M までの距離を D、対象距離画像の縦方向の解像度を Y、カメラ 2 の床からの高さ (カメラ高) を H、移動物体 M の床からの仮想の高さを 2 (m) とする。このとき、カメラ 2 の光軸とカメラ 2 から移動物体 M の仮想の上端 (床から 2 m) までは結んだ直線との角度 θ_H と、チルト角 θ_T との差分角度 ($\theta_H - \theta_T$) は (7) 式で表すことができる。

【0 0 7 2】

$$\theta_H - \theta_T = \tan^{-1} ((2 - H) / D) \quad \dots (7)$$

【0 0 7 3】

これにより、移動物体 M の対象距離画像 (b') 上での上端 y_T は (8) 式で求めることができる。

【0 0 7 4】

$$\begin{aligned} y_T &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_V - (\theta_H - \theta_T) Y / \theta_V \\ &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_V - (Y / \theta_V) \tan^{-1} ((2 - H) / D) \\ &\dots (8) \end{aligned}$$

【0 0 7 5】

また、カメラ 2 の光軸とカメラ 2 から移動物体 M の下端 (床) までは結んだ直線との角度 θ_L と、チルト角 θ_T との加算角度 ($\theta_L + \theta_T$) は (9) 式で表すことができる。

【0 0 7 6】

$$\theta_L + \theta_T = \tan^{-1} (H / D) \quad \dots (9)$$

【0 0 7 7】

これにより、移動物体 M の対象距離画像 (b') 上での下端 y_B は (10) 式で求めることができる。

【0 0 7 8】

$$\begin{aligned}
 y_B &= Y/2 - \theta_T Y / \theta_v + (\theta_L + \theta_T) Y / \theta_v \\
 &= Y/2 - \theta_T Y / \theta_v + (Y / \theta_v) \tan^{-1}(H/D) \quad \cdots (10)
 \end{aligned}$$

【0079】

このように求めた対象距離画像（ a' 又は b' ）の上端 y_T 及び下端 y_B によって、対象領域 T （図 6（b））の垂直方向の範囲が決定される。

なお、移動ロボット（図示せず）が階段等を昇降し、移動物体 M と同一の床に存在しない場合は、移動ロボット本体のエンコーダ等によって昇降量を検出し、その昇降量を移動物体 M の床からの高さに対して加算又は減算することで、移動物体 M の対象距離画像（ a' 又は b' ）における縦方向の位置を特定することができる。あるいは、移動ロボットに地図情報を保持しておき、移動物体 M の方向及び距離で特定される床の高さを、その地図情報から取得することとしてもよい。

【0080】

また、対象領域 T （図 6（b））の水平方向の範囲は、例えば、図示していないが、カメラ 2 の水平画角を θ_h 、カメラ 2 から対象とする移動物体 M までの距離を D 、対象距離画像の横方向の解像度を X とすると、対象領域の幅の半分（移動物体の中心からの距離）を 0.5（m）としたときの、対象距離画像上での水平画素数 α_H は、（11）式で求めることができる。

【0081】

$$\alpha_H = (X / \theta_h) \tan^{-1}(0.5 / D) \quad \cdots (11)$$

図 1 に戻って、説明を続ける。

【0082】

輪郭抽出部（輪郭抽出手段）24 は、対象距離画像生成部 22 で生成された対象距離画像において、対象領域設定部 23 で設定した移動物体の領域（対象領域）内で、既知の輪郭抽出技術を用いて輪郭の抽出を行うものである。ここで抽出された輪郭（輪郭情報）は、移動物体検出装置 1 の出力として、外部に出力されるとともに、距離情報更新部 25 へ通知される。なお、この輪郭抽出部 24 で輪郭が抽出されることで、移動物体が検出されたことになる。

【0083】

ここで、既知の技術である輪郭抽出の手順の概要を説明する。

まず、対象領域内の画素値の変化に基づいてエッジを検出する。例えば、ある画素の近傍領域の画素に対して重み係数を持つオペレータ（係数行列：S o v e l オペレータ、K i r s c h オペレータ等）を画素毎に乗算することで、エッジの検出を行う。そして、この検出されたエッジに対して、適当な閾値によって2値化を行い、メディアンフィルタ等によって孤立点の除去を行う。このように2値化されたエッジを連結することで、対象領域内から移動物体の輪郭を抽出することができる。なお、エッジから輪郭を抽出する手法として、動的輪郭モデル（S N A K E S）を適用することとしてもよい。これによって、例えば、図8に示したように、対象領域画像T D Eの中で移動物体が一つ（一人）に限定された対象領域T内で輪郭Oを抽出することができる。

【0084】

距離情報更新部（距離情報更新手段）25は、輪郭抽出部24で抽出された輪郭（輪郭情報）に基づいて、対象距離設定部21で記憶手段（図示せず）に記憶した距離画像を更新するものである。例えば、輪郭を含んだ内部領域に対応する距離画像の画素値を“0”にする。これによって、輪郭抽出を完了した移動物体の領域が距離画像から削除されたことになる。なお、距離情報更新部25は、この距離画像の更新が完了したことを、更新情報として、対象距離設定部21へ通知する。

【0085】

例えば、図9に示したように、図8で抽出した輪郭O内（輪郭Oを含んだ内部領域）に対応する距離画像D Eの内容（距離画像画素値D E B）を更新する。すなわち、輪郭Oの領域内における全ての画素値、例えば輪郭O内の画素位置（30, 50）等、の視差を0に変更する。このように輪郭Oの領域内の視差を0に変更することで、輪郭Oとして抽出された移動物体は、カメラ2からの距離が無限大になり、距離画像D E上には存在しなくなる。

【0086】

以上、第一の実施の形態である移動物体検出装置1の構成について説明したが、移動物体検出装置1は、コンピュータにおいて各手段を各機能プログラムとし

て実現することも可能であり、各機能プログラムを結合して移動物体検出プログラムとして動作させることも可能である。

【0087】

また、ここでは、移動物体検出装置 1 の距離情報生成部 11 が、2 台のカメラ 2 で撮像したカメラ画像に基づいて距離画像を生成したが、3 台以上のカメラを用いて距離画像を生成することとしてもよい。例えば、3 行 3 列に配置した 9 台のカメラで、中央に配置したカメラを基準カメラとして、他のカメラとの視差に基づいて距離画像を生成することで、移動物体までの距離をより正確に測定することもできる。

【0088】

また、この移動物体検出装置 1 を、移動ロボット、自動車等の移動体に組み込んで、人物等の物体を検出するために用いることも可能である。例えば、移動ロボットに本発明を適用することで、移動ロボットが、人込みにおいても人物を認識することが可能になる。さらに、人物を個別に検出することができるので、例えば、顔認識等を行うことで、その人物を追跡したり、人物毎に異なる動作を行わせる等の輪郭抽出後の処理が容易になる。

【0089】

(移動物体検出装置 1 の動作)

次に、図 1 乃至図 3 を参照して、移動物体検出装置 1 の動作について説明する。図 2 及び図 3 は、移動物体検出装置 1 の動作を示すフローチャートである。

【0090】

<カメラ画像入力ステップ>

まず、移動物体検出装置 1 は、同期した 2 台のカメラ 2 から時系列にカメラ画像を入力する(ステップ S1)。なお、ここでは、ある時刻 t に右カメラ 2a (基準カメラ) と左カメラ 2b とから入力されたカメラ画像と、次の時刻 $t+1$ (例えば、1 フレーム後) に右カメラ 2a (基準カメラ) から入力されたカメラ画像とに基づいて、移動物体の輪郭を抽出するものとする。

【0091】

<距離画像生成ステップ>

そして、移動物体検出装置 1 は、距離情報生成部 11 によって、時刻 t に右カメラ 2a（基準カメラ）と左カメラ 2b とから入力された 2 枚のカメラ画像から、撮像対象までの視差（距離）を埋め込んだ距離画像を生成する（ステップ S2）。

【0092】

<差分画像生成ステップ>

さらに、移動物体検出装置 1 は、動き情報生成部 12 によって、右カメラ 2a（基準カメラ）で時刻 t と時刻 $t+1$ に撮像された 2 枚のカメラ画像（基準カメラ画像）の差分をとり、差のあった画素を画素値“1”、差のなかった画素を画素値“0”とした差分画像を生成する（ステップ S3）。

【0093】

<対象距離設定ステップ>

また、移動物体検出装置 1 は、対象距離設定部 21 によって、ステップ S2 及びステップ S3 で生成した距離画像及び差分画像から、距離画像で表された視差（距離）毎に、動きのあった画素数を累計する（ステップ S4）。例えば、距離画像から、ある視差（距離）の画素のみを抽出し、この抽出された画素と対応する差分画像の画素の画素値を累計する。そして、この動き（差分）のある画素数の累計が最大となる距離を、検出する移動物体の対象距離として設定する（ステップ S5）。

【0094】

<対象距離画像生成ステップ>

そして、移動物体検出装置 1 は、対象距離画像生成部 22 によって、距離画像から対象距離 $\pm \alpha$ に対応する画素を抽出した対象距離画像を生成する（ステップ S6）。なお、ここでは人物を検出することと仮定して、 α を数十 cm とする。

【0095】

<対象領域設定ステップ>

そして、移動物体検出装置 1 は、対象領域設定部 23 によって、ステップ S6 で生成した対象距離画像の垂直方向（縦方向）の画素数をヒストグラム化することで計測する（ステップ S7）。そして、このヒストグラムが最大（ピーク）と

なる水平位置を中心に、左右に特定の大きさ（例えば0.5～0.6（m））の範囲を対象領域の水平方向の範囲として設定する（ステップS8）。

さらに、対象領域設定部23では、カメラ2から入力されるチルト角、床（設置面）からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、対象領域の垂直（上下）方向の範囲を設定する（ステップS9）。

【0096】

例えば、カメラ2のチルト角、床からの高さに基づいて、対象距離画像における画像中の床の位置（対象領域の下端）を求める。そして、カメラ2の画角と移動物体までの距離とに基づいて、床から2mまでの範囲を、画素数に換算することにより対象領域の対象距離画像における床からの画素数を求める。これによって、対象距離画像における対象領域の上端を求めることができる。この対象領域の上端は、カメラ2のチルト角、床からの高さに基づいて、対象距離画像における画像中の2mの位置（高さ）を直接求めることとしてもよい。なお、この2mは、一例であって、他の長さ（高さ）であっても構わない。

【0097】

<輪郭抽出ステップ>

また、移動物体検出装置1は、輪郭抽出部24によって、ステップS6で生成した対象距離画像において、ステップS8及びステップS9で設定した対象領域内で輪郭の抽出を行う（ステップS10）。例えば、対象領域内でエッジを検出し、そのエッジに対して動的輪郭モデル（SNAKES）を適用することによって輪郭の抽出を行う。

【0098】

そして、輪郭の抽出に成功したかどうかを判定する（ステップS11）。なお、ここで輪郭抽出の成功及び失敗の判定は、ステップS10において輪郭が抽出できたかどうかの判定だけではなく、例えば、対象距離が予め定めた距離よりも遠い場合や、対象領域が予め定めた大きさよりも小さい場合、さらには、すべての物体の輪郭抽出を完了した等の理由によって、物体の輪郭抽出を行わないとする判定をも含むものとする。

このステップS11で輪郭の抽出に成功した場合（Yes）は、ステップS1

2へ進む。一方、輪郭の抽出に失敗した（あるいは抽出を行わない）場合（No）は、本動作を終了する。

【0099】

<距離情報更新ステップ>

そして、移動物体検出装置1は、距離情報更新部25によって、ステップS10で抽出した輪郭内（輪郭を含んだ内部領域）に対応する距離画像を更新する（ステップS12）。例えば、輪郭を含んだ内部領域に対応する距離画像の画素値を“0”にする。これによって、すでに抽出を終わった移動物体の領域が距離画像から削除されることになる。そして、ステップS4へ戻って、処理を継続する。

【0100】

以上の各ステップによって、本実施の形態の移動物体検出装置1によれば、カメラ2から入力されたカメラ画像から、そのカメラ画像に存在する移動物体を検出することができる。なお、ここでは、ある時刻 t （ $t+1$ ）において移動物体の輪郭を抽出したが、時々刻々と入力されるカメラ画像に基づいて、前記ステップ（ステップS1～ステップS12）を動作させることで、例えば、移動ロボット等の移動体が、人物を検出し続けることができる。

【0101】

[第二の実施の形態]

（移動物体検出装置の構成）

次に、図10を参照して、本発明における第二の実施の形態である移動物体検出装置1Bの構成について説明する。図10は、移動物体検出装置1Bの構成を示したブロック図である。図10に示すように移動物体検出装置1Bは、2台のカメラ（撮像手段）2から撮像されたカメラ画像（撮像画像）から、動きを伴う物体（移動物体）を検出するものである。

【0102】

ここでは、移動物体検出装置1Bを、距離情報生成部11、動き情報生成部12及びエッジ画像生成部13からなる入力画像解析手段10Bと、対象距離設定部21、対象距離画像生成部22B、対象領域設定部23、輪郭抽出部24B及

び距離情報更新部 25 からなる物体検出手段 20B とで構成した。なお、エッジ画像生成部 13、対象距離画像生成部 22B 及び輪郭抽出部 24B 以外の構成は、図 1 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0103】

エッジ画像生成部（エッジ画像生成手段）13 は、カメラ 2（2a）から距離情報生成部 11 と動き情報生成部 12 とに入力される同時刻のカメラ画像（基準撮像画像）を入力し、そのカメラ画像からエッジを抽出したエッジ画像を生成するものである。このエッジ画像生成部 13 では、カメラ 2（2a）から入力されたカメラ画像の明るさ（輝度：濃淡情報）に基づいて、その明るさが大きく変化する部分をエッジとして検出し、そのエッジのみからなるエッジ画像を生成する。例えば、ある画素の近傍領域の画素に対して重み係数を持つオペレータ（係数行例：S o v e l オペレータ、K i r s c h オペレータ等）を画素毎に乗算することで、エッジの検出を行う。

【0104】

すなわち、入力画像解析手段 10B では、図 13 に示すように、時刻 t の右カメラ画像と左カメラ画像との視差を画素値で表現した距離画像 DE と、時刻 t の右カメラ画像からエッジを抽出したエッジ画像 ED と、時刻 t の右カメラ画像と時刻 $t+1$ の右カメラ画像との差分をとり、差のあった画素を画素値“1”、差のなかった画素を画素値“0”として表現した差分画像 DI とが生成されることになる。

なお、エッジ画像生成部 13 では、カメラ画像がカラー画像で、移動物体を人物として特定する場合は、例えば、人物の顔の色（肌色）等を色情報として検出することで、エッジを検出することも可能である。

【0105】

対象距離画像生成部（対象距離画像生成手段）22B は、対象距離設定部 21 で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成するものである。この対象距離画像生成部 22B では、まず、距離情報生成部 11 で生成された視差量を埋め込んだ距離画像から、対象距離設定部 21 から通知される対象距離 $\pm \alpha$ （この α は、人物を検出することと仮定した場合、数十 cm）に対応する

画素位置を求める。そして、その画素位置に対応する画素のみをエッジ画像生成部 13 で生成されたエッジ画像から抽出し、対象距離画像を生成する。すなわち、この対象距離画像は、対象距離に存在する移動物体をエッジで表現した画像になる。

【0106】

輪郭抽出部（輪郭抽出手段）24B は、対象距離画像生成部 22B で生成された対象距離画像において、対象領域設定部 23 で設定した移動物体の領域（対象領域）内で輪郭の抽出を行うものである。ここで抽出された輪郭（輪郭情報）は、移動物体検出装置 1B の出力として、外部に出力されるとともに、距離情報更新部 25 へ通知される。この輪郭抽出部 24B で輪郭が抽出されることで、移動物体が検出されたことになる。

【0107】

なお、この輪郭抽出部 24B では、対象距離画像生成部 22B で生成された対象距離画像が、すでにエッジで表現されているため、そのエッジから動的輪郭モデル（SNAKES）等によって輪郭を抽出する。すなわち、輪郭抽出部 24B では、輪郭抽出部 24（図 1）で行ったエッジ検出を省略することができる。

【0108】

以上、第二の実施の形態である移動物体検出装置 1B の構成について説明したが、移動物体検出装置 1B は、コンピュータにおいて各手段を各機能プログラムとして実現することも可能であり、各機能プログラムを結合して移動物体検出プログラムとして動作させることも可能である。

【0109】

また、移動物体検出装置 1B は、距離情報生成部 11 において、3 台以上のカメラを用いて距離画像を生成することとしてもよい。この場合、動き情報生成部 12 及びエッジ画像生成部 13 は、基準となるカメラから入力されるカメラ画像に基づいて、差分画像及びエッジ画像を生成することとする。

さらに、移動物体検出装置 1B は、移動ロボット、自動車等の移動体に組み込んで、人物等の物体を検出するために用いることも可能である。

【0110】

(移動物体検出装置 1 B の動作)

次に、図 10、図 11 及び図 12 を参照して、移動物体検出装置 1 B の動作について簡単に説明する。図 11 及び図 12 は、移動物体検出装置 1 B の動作を示すフローチャートである。

【0111】

まず、移動物体検出装置 1 B は、同期した 2 台のカメラ 2 から時系列にカメラ画像を入力する (ステップ S 2 1)。そして、距離情報生成部 1 1 によって、時刻 t に右カメラ 2 a (基準カメラ) と左カメラ 2 b とから入力された 2 枚のカメラ画像から、撮像対象までの視差 (距離) を埋め込んだ距離画像を生成する (ステップ S 2 2)。さらに、動き情報生成部 1 2 によって、右カメラ 2 a (基準カメラ) で時刻 t と時刻 $t + 1$ に撮像された 2 枚のカメラ画像 (基準カメラ画像) の差分をとり、差のあった画素を画素値 “1”、差のなかった画素を画素値 “0” とした差分画像を生成する (ステップ S 2 3)。そして、エッジ画像生成部 1 3 によって、右カメラ 2 a (基準カメラ) で時刻 t に撮像されたカメラ画像 (基準カメラ画像) からエッジを抽出したエッジ画像を生成する (ステップ S 2 4)。

【0112】

そして、移動物体検出装置 1 B は、対象距離設定部 2 1 によって、ステップ S 2 2 及びステップ S 2 3 で生成した距離画像及び差分画像から、距離画像で表された視差 (距離) 毎に、その視差に対応する画素と同じ位置にある差分画像の画素値を累計する (ステップ S 2 5)。そして、この動き (差分) のある画素数 (画素値の累計) が最大となる距離を、検出する移動物体の対象距離として設定する (ステップ S 2 6)。そして、対象距離画像生成部 2 2 B によって、エッジ画像から対象距離 $\pm \alpha$ に対応する画素を抽出した対象距離画像を生成する (ステップ S 2 7)。なお、ここでは人物を検出することと仮定して、 α を数十 cm とする。

【0113】

そして、移動物体検出装置 1 B は、対象領域設定部 2 3 によって、ステップ S 2 7 で生成した対象距離画像の垂直方向 (縦方向) の画素値をヒストグラム化す

ることで計測する（ステップS28）。そして、このヒストグラムが最大となる水平位置を中心に、左右に特定の大きさ（例えば0.5～0.6（m））の範囲を対象領域の水平方向の範囲として設定する（ステップS29）。さらに、カメラ2から入力されるチルト角、床（設置面）からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、対象領域の垂直方向の範囲を設定する（ステップS30）。

【0114】

また、移動物体検出装置1Bは、輪郭抽出部24Bによって、ステップS27で生成した対象距離画像において、ステップS29及びステップS30で設定した対象領域内で輪郭の抽出を行い（ステップS31）、輪郭の抽出に成功したかどうかを判定する（ステップS32）。このステップS32で輪郭の抽出に成功した場合（Yes）は、ステップS33へ進む。一方、輪郭の抽出に失敗した（あるいは抽出を行わない）場合（No）は、本動作を終了する。

【0115】

そして、移動物体検出装置1Bは、距離情報更新部25によって、ステップS31で抽出した輪郭内（輪郭を含んだ内部領域）に対応する画素位置を更新情報として生成し、対象距離設定部21が、その更新情報に基づいて、距離画像の情報を削除する（ステップS33）。これによって、すでに抽出を終わった移動物体の領域が距離画像から削除されることになる。そして、ステップS25へ戻って、処理を継続する。

【0116】

以上の各ステップによって、本実施の形態の移動物体検出装置1Bによれば、カメラ2から入力されたカメラ画像から、そのカメラ画像に存在する移動物体を検出することができる。なお、移動物体検出装置1Bでは、ステップS24でエッジ画像を生成し、ステップS31における輪郭の抽出には、すでにエッジを検出した対象距離画像を用いるため、同じ距離に複数の移動物体（人物等）が並んで存在している場合でも高速に輪郭の抽出を行うことが可能になる。

【0117】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明に係る移動物体検出装置、移動物体検出方法及び

移動物体検出プログラムでは、以下に示す優れた効果を奏する。

【0118】

本発明によれば、複数のカメラで撮像されたカメラ画像から生成される距離画像（距離情報）と、時系列に入力されるカメラ画像から生成される差分画像（動き情報）とに基づいて、動きのある移動物体のカメラからの距離を特定し、その距離のみに着目した画像（対象距離画像）を生成することができる。これによって、カメラ画像上では繋がっている移動物体（例えば、人物等）を、距離によって識別し分離することで、別の移動物体として検出することが可能になる。

【0119】

また、本発明によれば、対象距離画像における移動物体の垂直方向の画素量に基づいて、移動物体の水平方向の範囲を絞り込むことができるため、同じ距離に横並びに存在する複数の移動物体を分離して、別の移動物体として検出することが可能になる。

【0120】

さらに、本発明によれば、カメラのチルト角や、床からの高さに基づいて、対象距離画像における移動物体の垂直方向の範囲を絞り込むことができるため、輪郭抽出にかかる計算量を抑え、移動物体の検出にかかる処理速度を早めることができる。

【0121】

また、本発明によれば、予めカメラ画像からエッジを抽出したエッジ画像を生成しておくため、個々の移動物体の領域（対象領域）に対する輪郭抽出時にエッジを検出する必要がない。このため、移動物体がカメラ画像上に複数繋がって存在する場合であっても、重複した領域でエッジの抽出を行わないため、高速に移動物体を検出することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第一の実施の形態である移動物体検出装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の第一の実施の形態である移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（１／２）である。

【図 3】

本発明の第一の実施の形態である移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（２／２）である。

【図 4】

距離画像及び差分画像の内容の一例を示す図である。

【図 5】

視差（距離）毎の動き量（画素値）に基づいて、対象距離画像を生成するための手順を説明するための説明図である。

【図 6】

ヒストグラムに基づいて、対象領域を設定する手順を説明するための説明図である。

【図 7】

カメラパラメータに基づいて、移動物体が対象距離画像上のどの高さに位置するかを算出する手順を説明するための説明図である。

【図 8】

対象距離画像の対象領域で輪郭を抽出した例を示す図である。

【図 9】

輪郭を抽出した移動物体の領域に基づいて、距離画像の内容を更新した例を示す図である。

【図 1 0】

本発明の第二の実施の形態である移動物体検出装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 1 1】

本発明の第二の実施の形態である移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（１／２）である。

【図 1 2】

本発明の第二の実施の形態である移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（２／２）である。

ト (2 / 2) である。

【図 1 3】

距離画像、差分画像及びエッジ画像の内容の一例を示す図である。

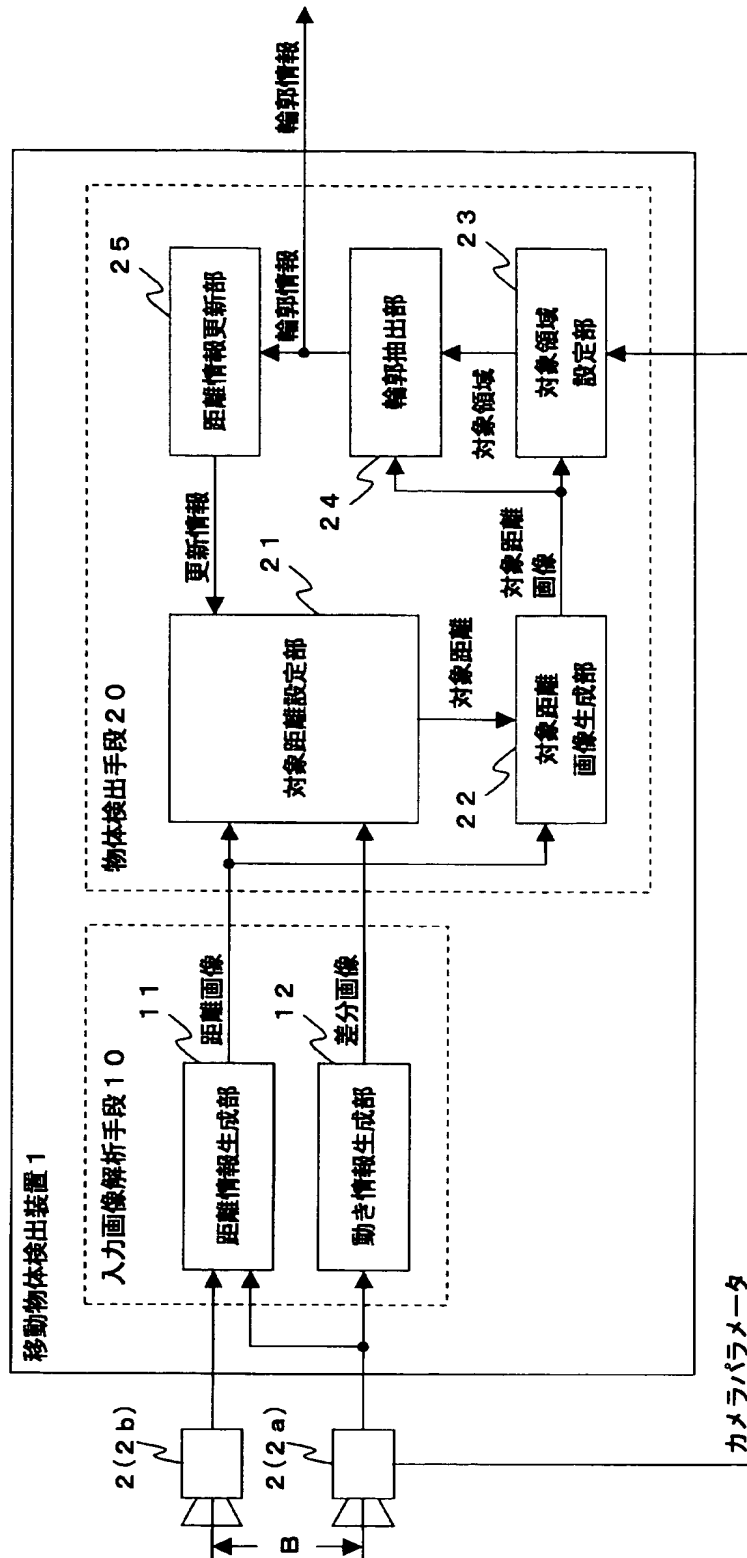
【符号の説明】

- 1、1 B 移動物体検出装置
- 1 0、1 0 B 入力画像解析手段
- 1 1 距離情報生成部（距離情報生成手段）
- 1 2 動き情報生成部（動き情報生成手段）
- 1 3 エッジ画像生成部（エッジ画像生成手段）
- 2 0、2 0 B 物体検出手段
- 2 1 対象距離設定部（対象距離設定手段）
- 2 2、2 2 B 対象距離画像生成部（対象距離画像生成手段）
- 2 3 対象領域設定部（対象領域設定手段）
- 2 4、2 4 B 輪郭抽出部（輪郭抽出手段）
- 2 5 距離情報更新部（距離情報更新手段）

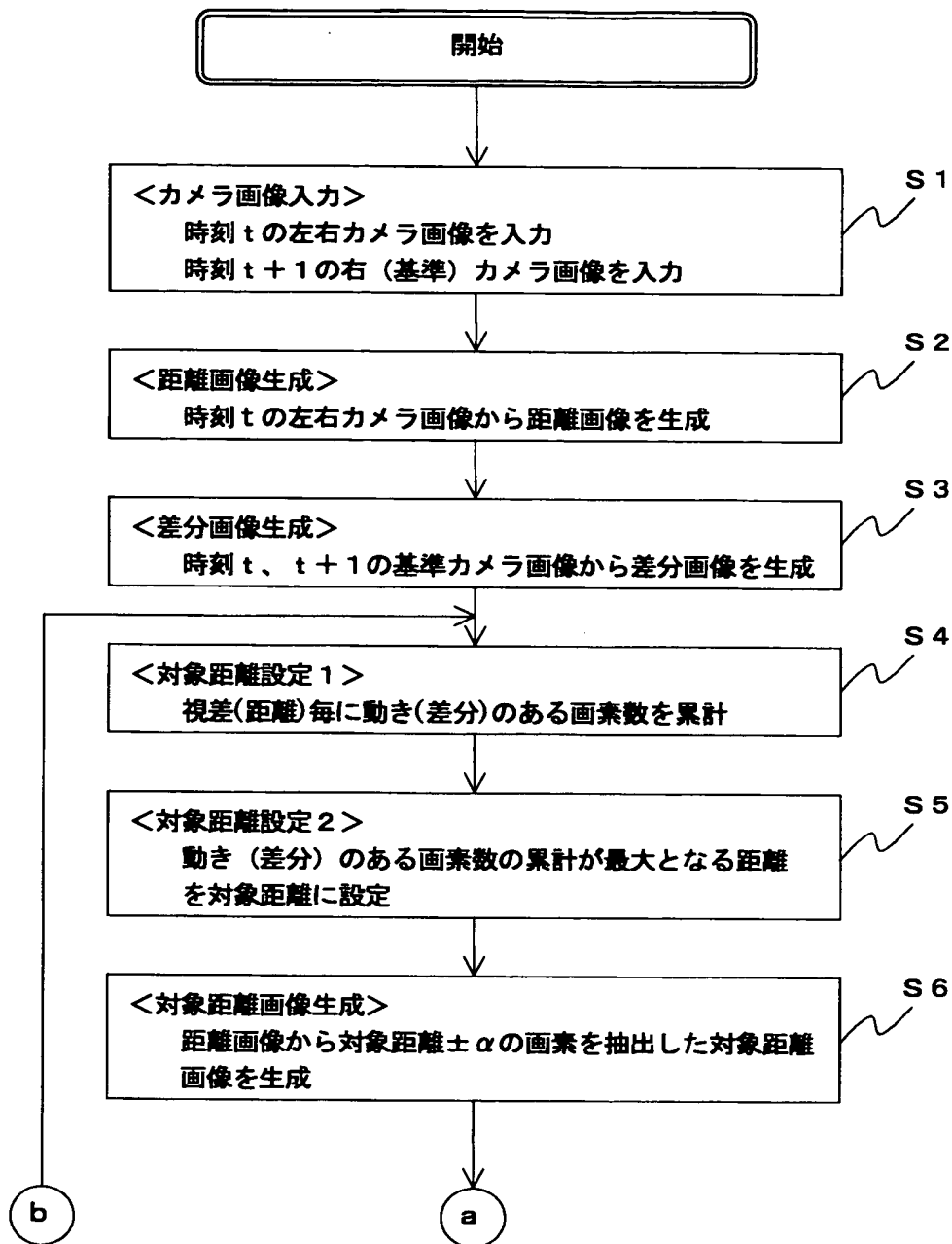
【書類名】

図面

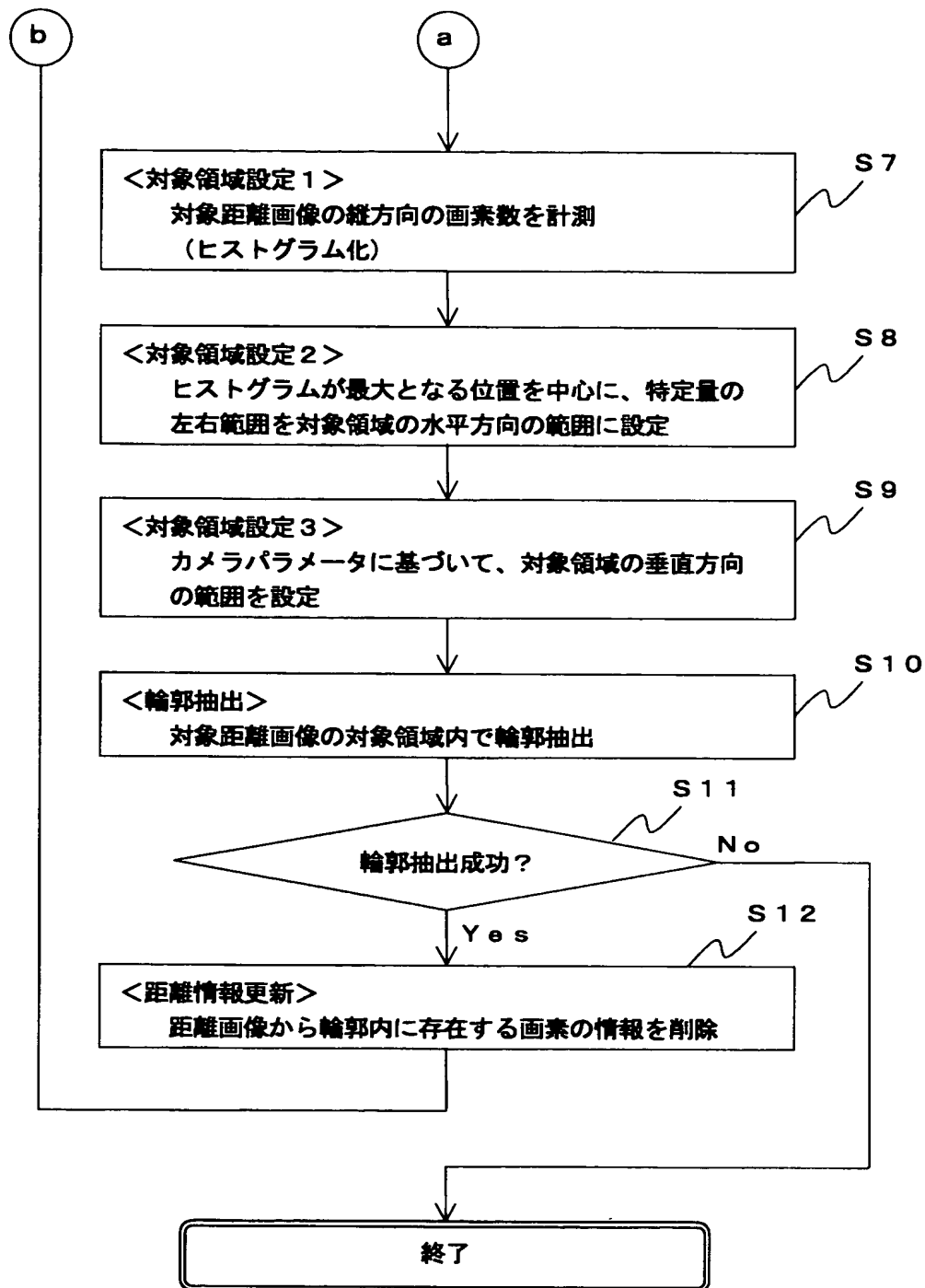
【図 1】



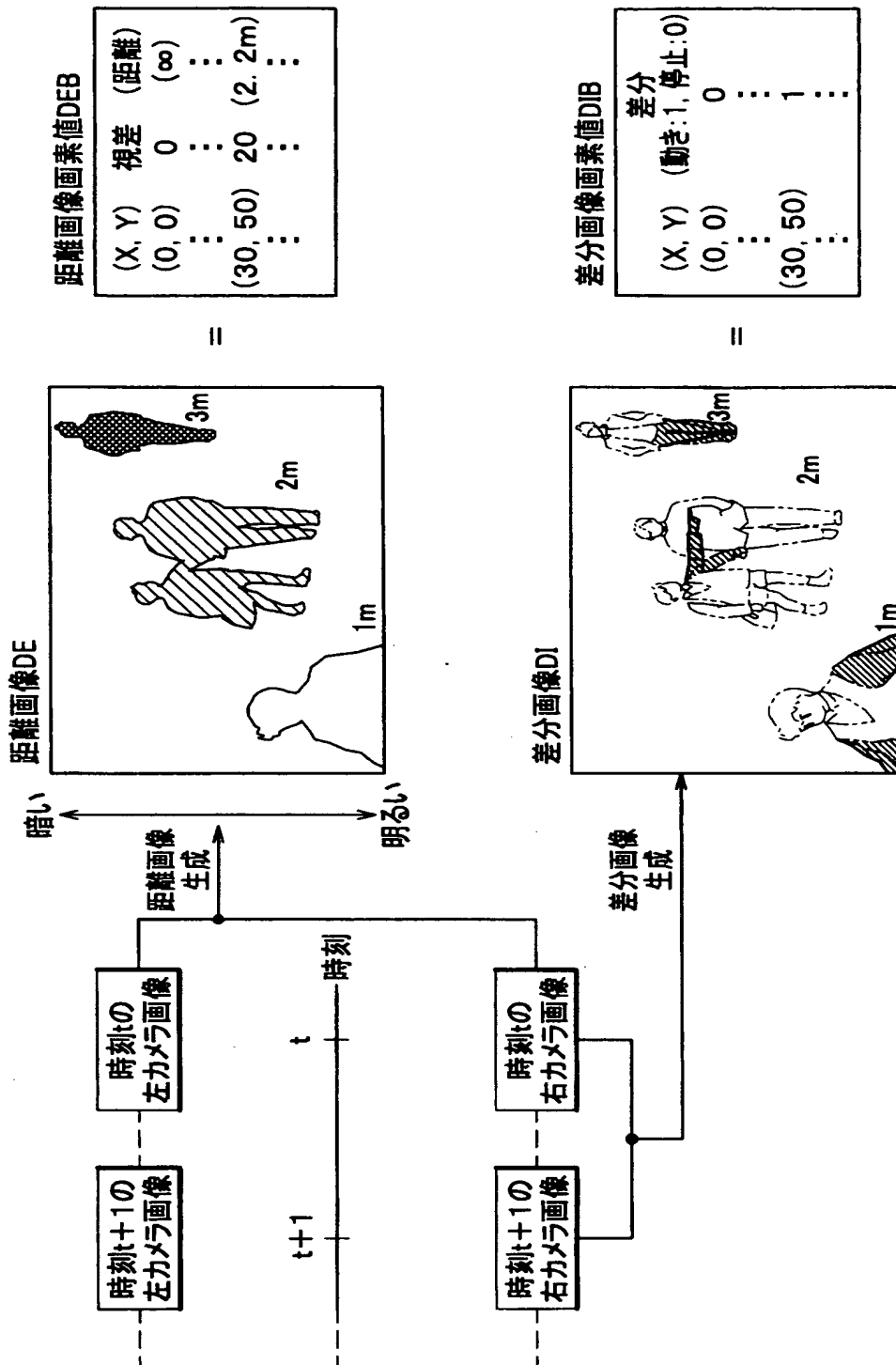
【図 2】



【図 3】

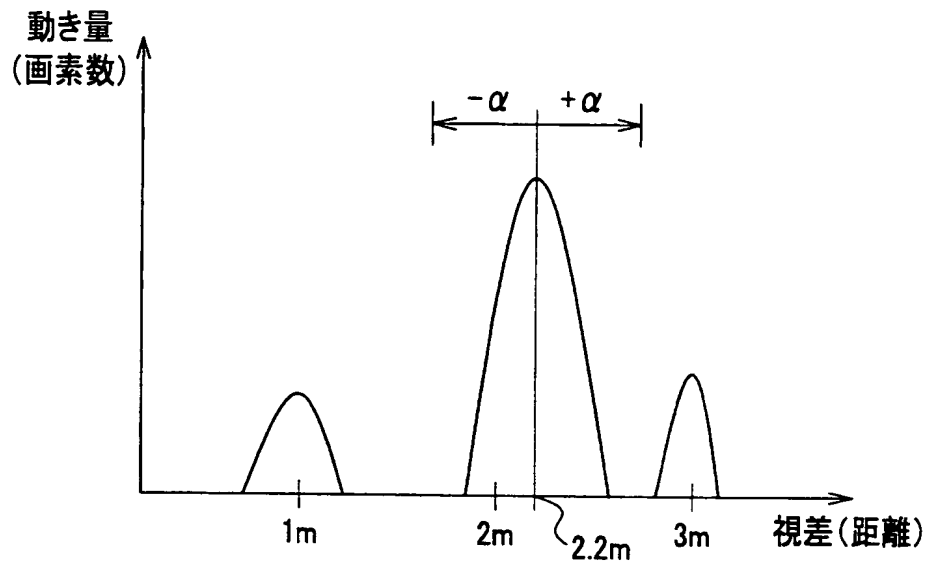


【図 4】



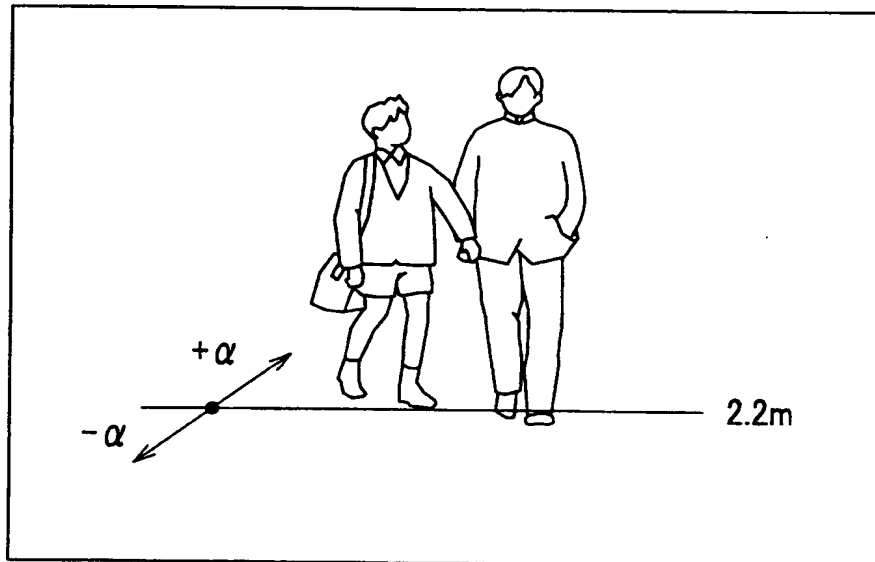
【図 5】

(a) 視差と動き量との関係



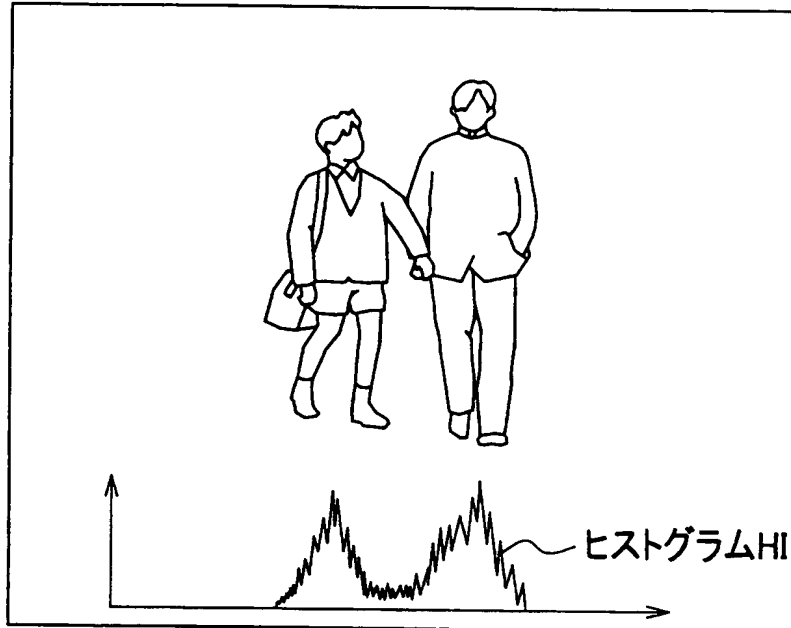
(b) 対象距離決定

対象距離画像TDE

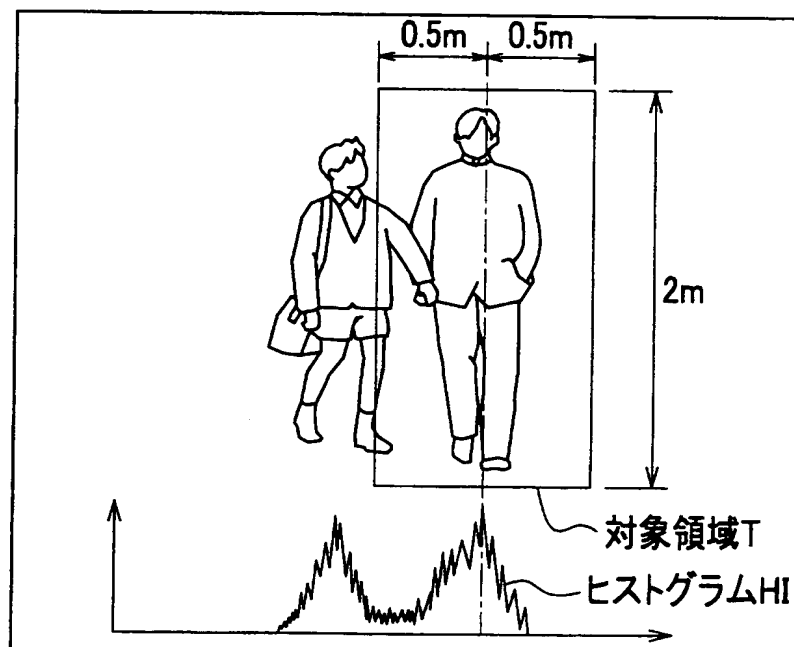


【図 6】

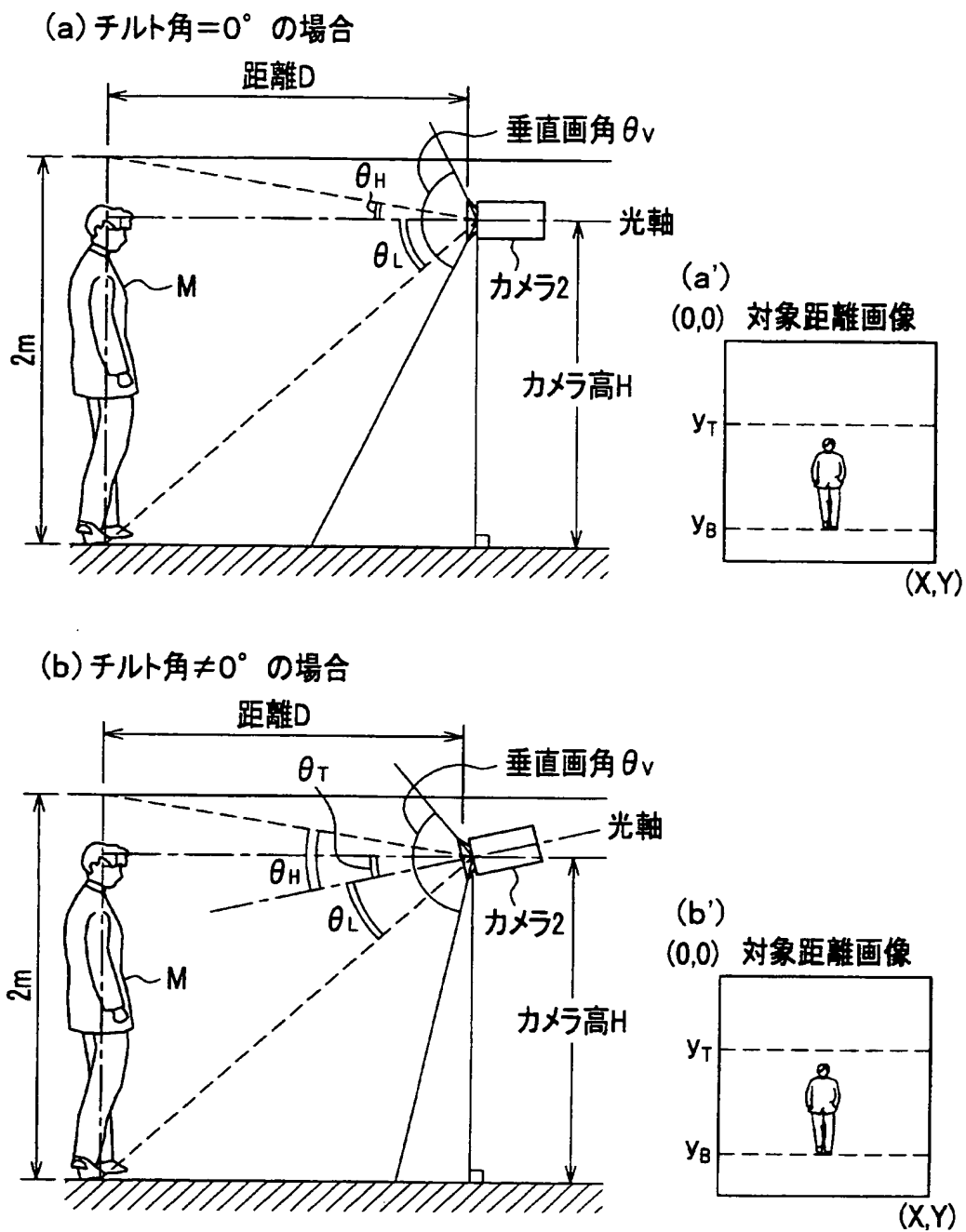
(a) ヒストグラム生成
対象距離画像TDE



(b) 対象領域決定
対象距離画像TDE

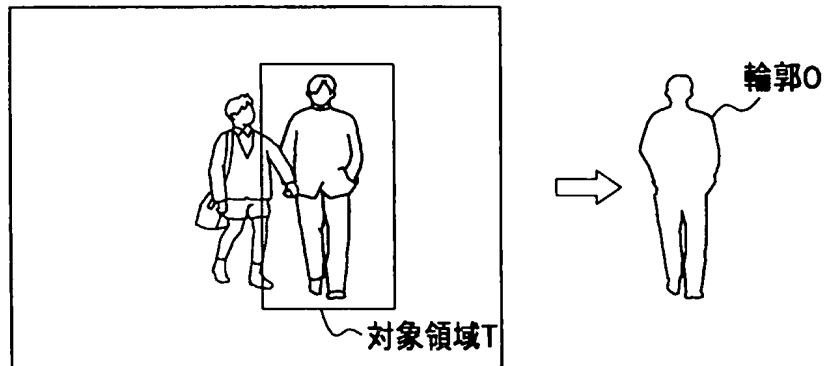


【図 7】



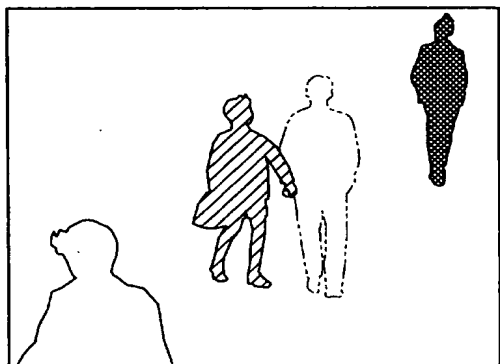
【図 8】

対象距離画像TDE



【図 9】

距離画像DE

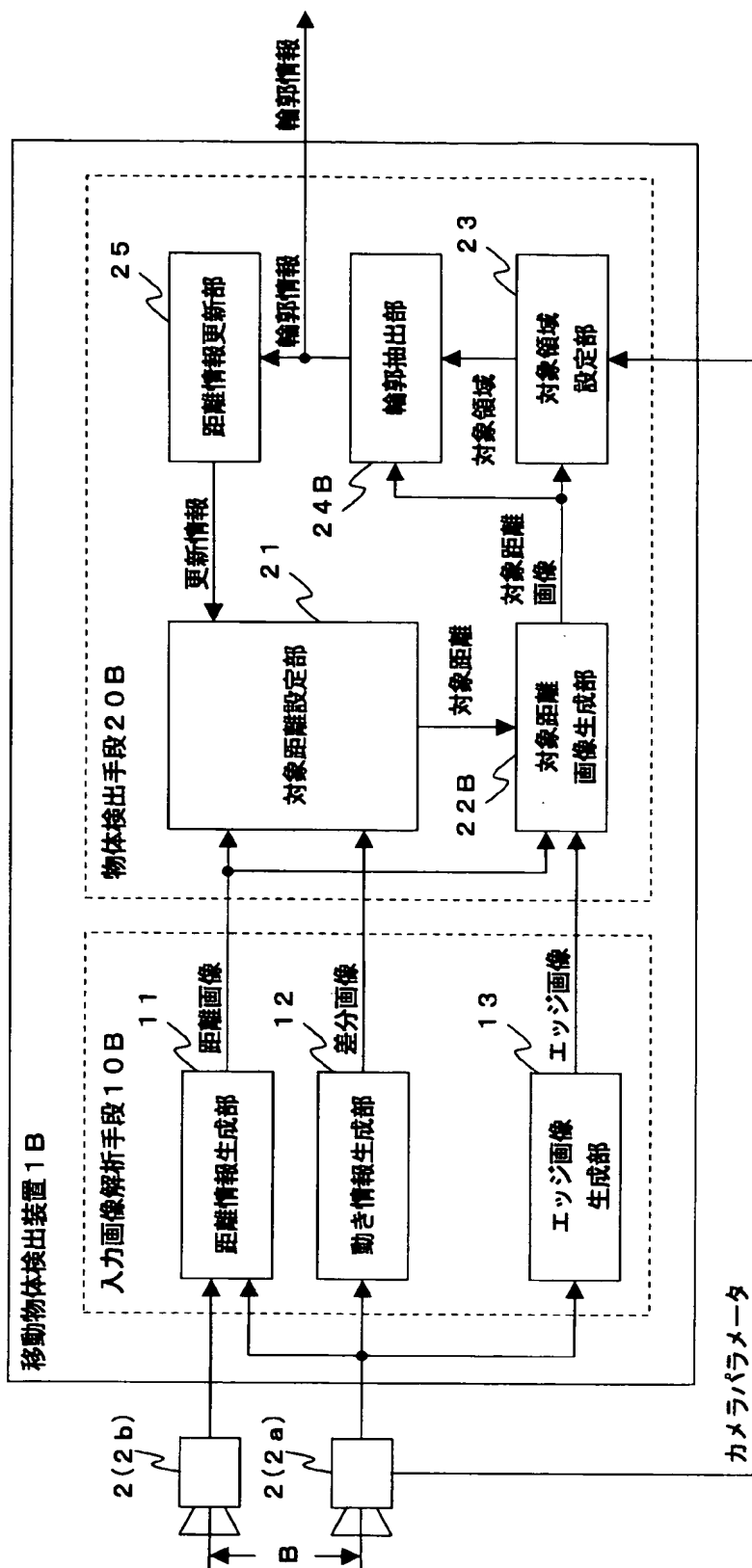


距離画像画素値DEB

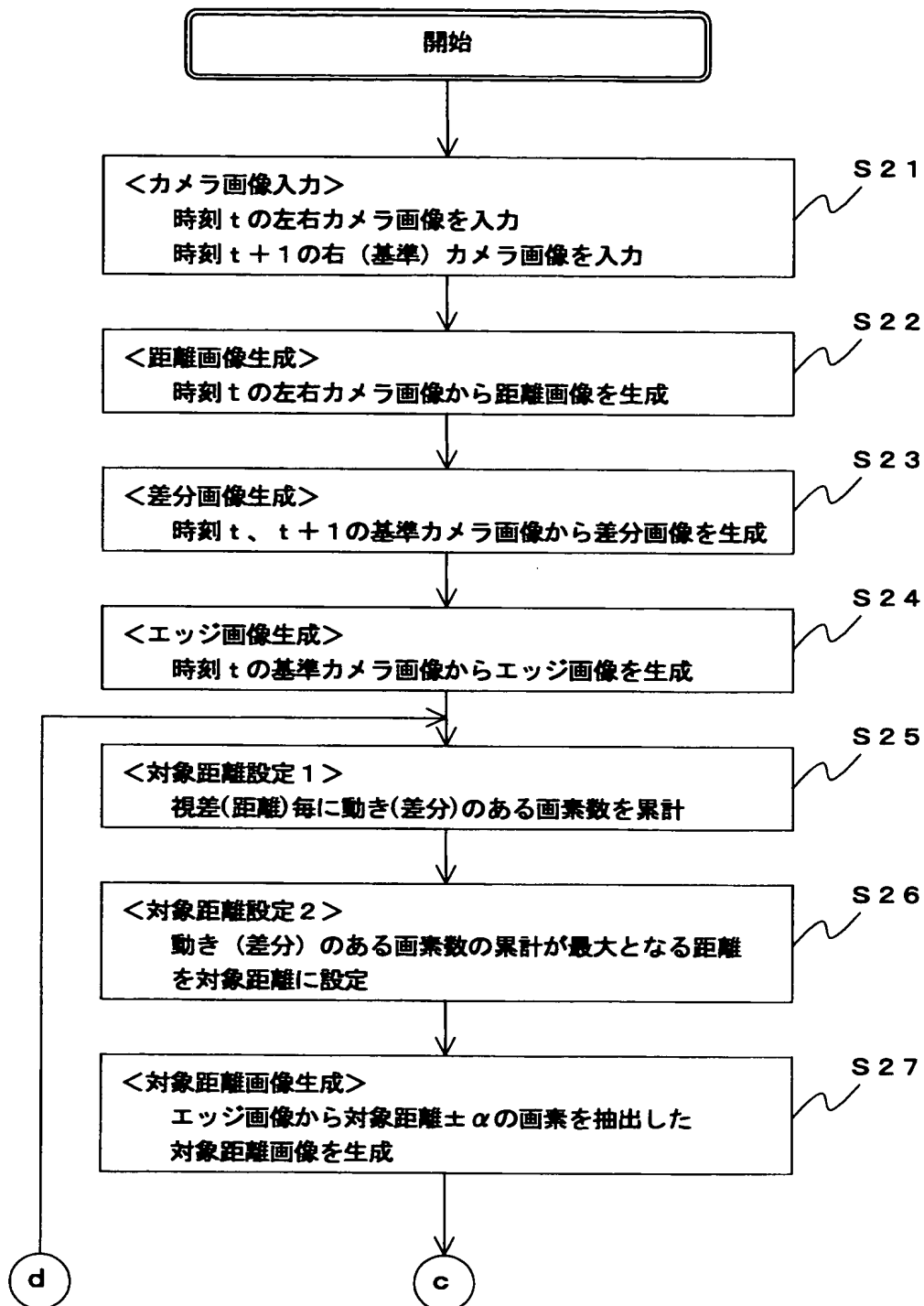
=

(X, Y)	視差	(距離)
(0, 0)	0	(∞)
\vdots	\vdots	\vdots
(30, 50)	20 \rightarrow 0	(∞ に変更)
\vdots	\vdots	\vdots

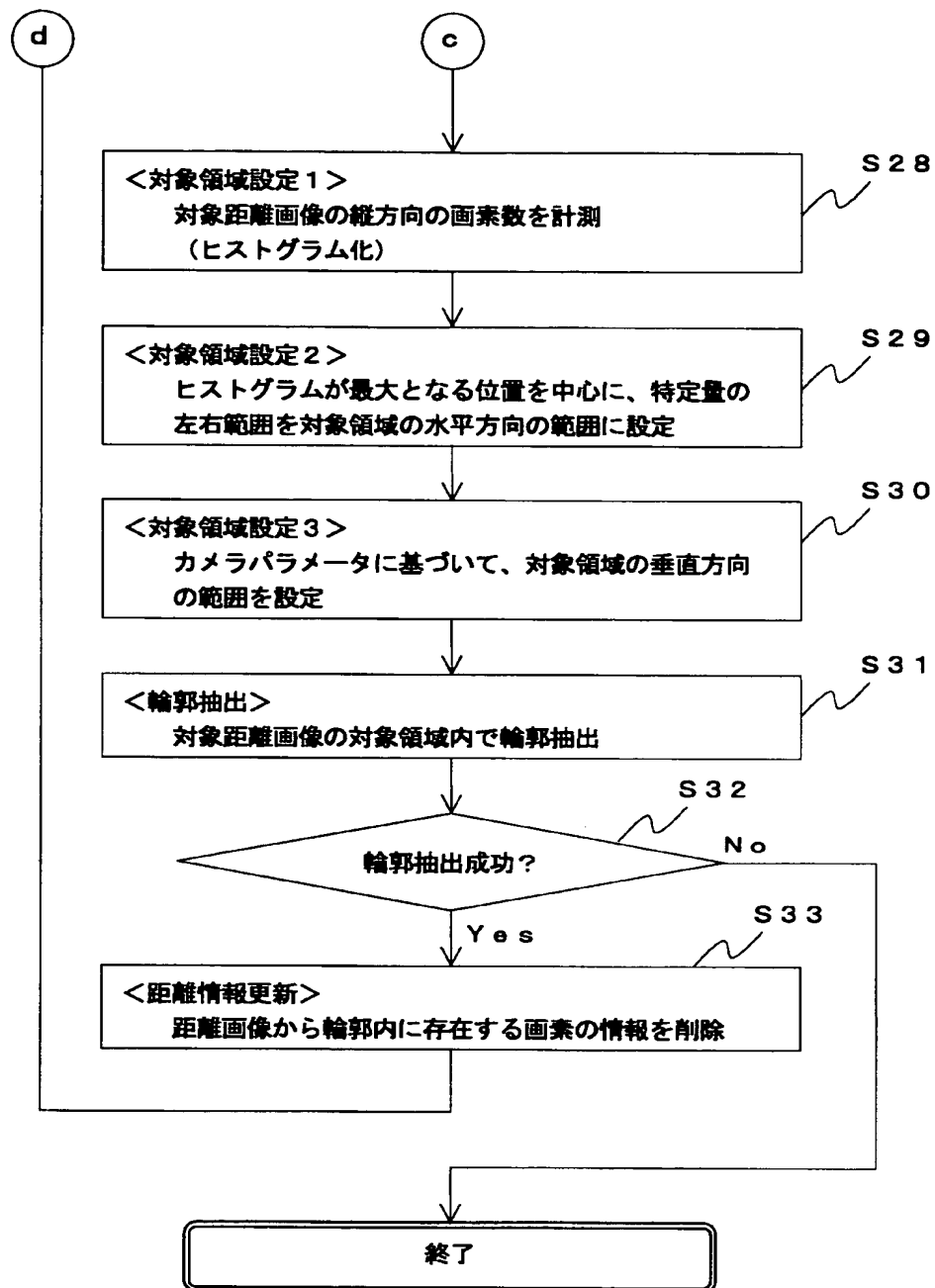
【図 10】



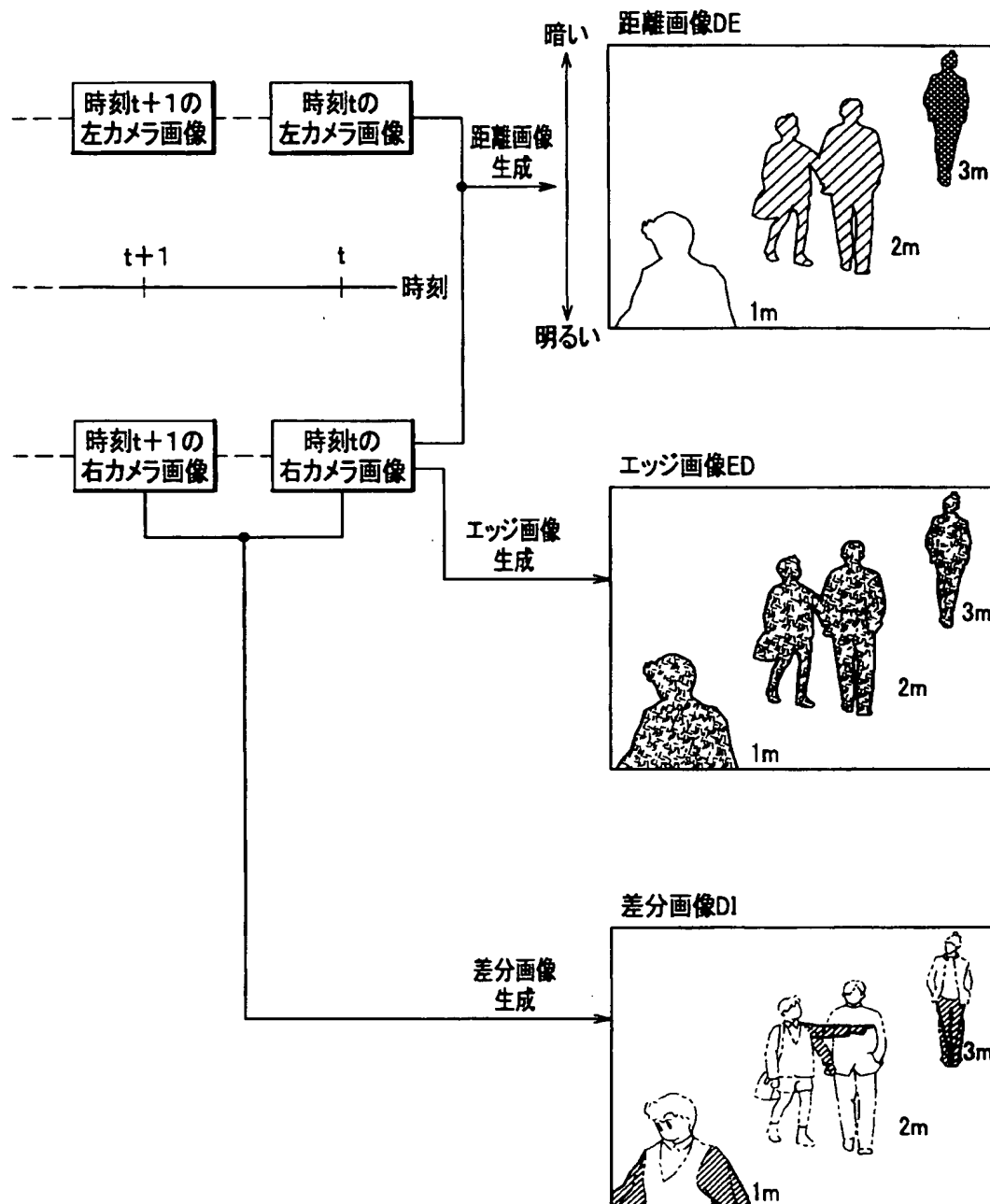
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 移動カメラで撮像した画像において、撮像した画像上に複数の物体が隣接した場合でも、個別に物体を検出することを可能にした移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムを提供する。

【解決手段】 移動物体検出装置 1 は、撮像対象までの距離情報を埋め込んだ距離画像と、移動物体の動きを動き情報として埋め込んだ差分画像とから、対象距離設定部 2 1 が、最も多く動いた移動物体までの距離を求め、対象距離画像生成部 2 2 が、その距離に対応する対象距離画像を生成し、輪郭抽出部 2 4 が、対象距離画像の中で輪郭を抽出することにより、移動物体を検出することを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 9 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社